

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-325975

(43)Date of publication of application : 22.11.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/04
H01M 8/00
H01M 8/06

(21)Application number : 2000-141427

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.05.2000

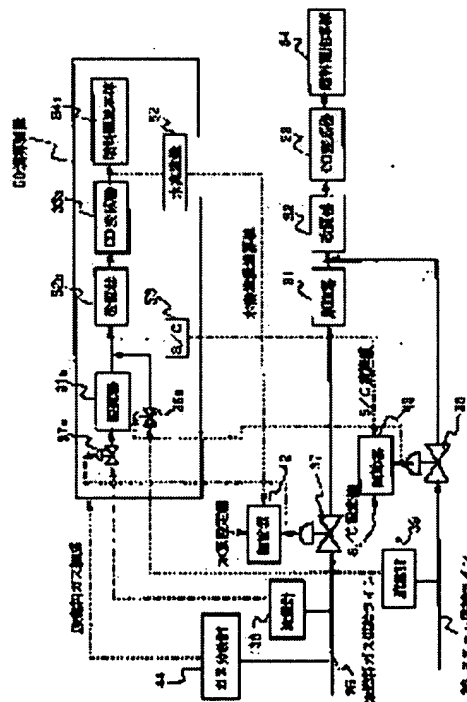
(72)Inventor : KOMATSU TADASHI
SENDA MASAHIITO
KOU HARUKI

(54) FUEL CELL POWER GENERATION APPARATUS AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell power generation apparatus and its control method which attains an improvement in a controllability of a hydrogen gas supply control accompanied by a load fluctuation of the fuel cell main body, and as a result, an improvement in running efficiency and stability of the running.

SOLUTION: In the control method of a fuel cell power plant of adjusting an original fuel-gas amount of supply and a steam amount of supply according to the load fluctuation of the fuel cell body 34, according to measured values of the original fuel-gas supply flow amount and the steam supply flow amount, instruction values of the original fuel-gas supply flow amount and the steam supply flow amount, and a composition of the original fuel-gas, the value of a hydrogen flow 52 in the entrance of the fuel cell body and the S/C (53) in an entrance of reforming equipment are calculated with an operational equipment 60. The original fuel-gas supply flow amount and the steam supply flow amount are adjusted by each control valve 37 and 36, so that a calculated amount of the hydrogen flow and a calculated value of the S/C may turn into the set point of the hydrogen flow amount and the S/C which are set up



BEST AVAILABLE COPY

beforehand according to load.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-325975
(P2001-325975A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001.11.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M	8/04 P 5 H 0 2 7
	8/00		8/00 Z
	8/06		8/06 G

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-141427(P2000-141427)

(22) 出願日 平成12年5月15日 (2000.5.15)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 小松 正

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 千田 仁人

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100075166

弁理士 山口 巖 (外2名)

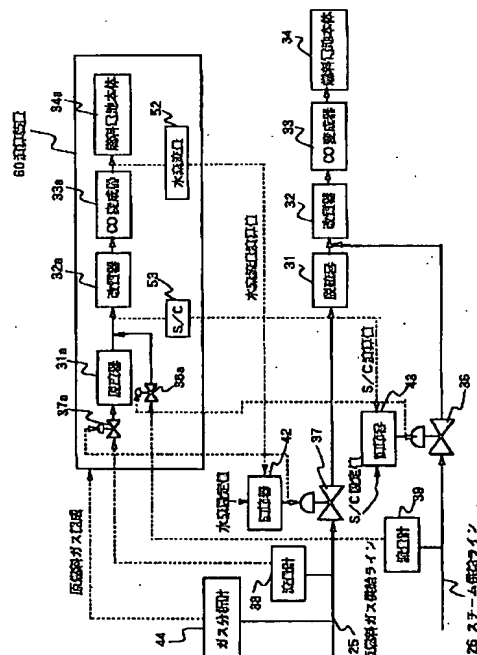
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電装置とその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池本体の負荷変動に伴う水素ガス供給制御の制御性の向上、ひいては運転効率の向上および運転の安定性を図った燃料電池発電装置とその制御方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池本体34の負荷変動に応じて、原燃料ガス供給量およびスチーム供給量を調節する燃料電池発電装置の制御方法において、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の測定値と、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の指令値と、原燃料ガス組成とに基づいて、燃料電池本体入口における水素流量52の値と、改質器入口におけるS/C(53)とを、演算装置60において演算し、水素流量演算値およびS/C演算値が、負荷に応じて予め設定した水素流量設定値およびS/C設定値となるように、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量を、各制御弁37および36により調節する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 都市ガスやLPGなどの炭化水素を主成分とする原燃料ガスを、水蒸気（スチーム）により、改質器において水素リッチな燃料ガスに改質して燃料電池本体に供給し、酸化剤ガスとの電気化学反応に基づいて発電を行い、前記燃料電池本体の負荷変動に応じて、原燃料ガス供給量およびスチーム供給量を調節する燃料電池発電装置の制御方法において、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の測定値と、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の指令値と、原燃料ガス組成とに基づいて、燃料電池本体入口における水素流量の値と、前記改質器入口におけるS/C（原燃料ガス中の炭素原子に対するスチームのモル数比）とを演算し、前記水素流量演算値およびS/C演算値が、負荷に応じて予め設定した水素流量設定値およびS/C設定値となるように、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量を調節することを特徴とする燃料電池発電装置の制御方法。

【請求項2】 都市ガスやLPGなどの炭化水素を主成分とする原燃料ガスを水蒸気（スチーム）により水素リッチな燃料ガスに改質する改質器と、この改質された燃料ガスと酸化剤ガスとが供給されて発電を行う燃料電池本体と、改質器に原燃料ガスおよび水蒸気を供給するための原燃料ガス供給ラインおよびスチーム供給ラインと、前記各ラインに設けられた原燃料ガス流量計およびスチーム流量計と、前記各ラインに設けられた原燃料ガス流量制御弁およびスチーム流量制御弁とを備え、さらに、原燃料ガス流量およびスチーム流量の測定値と、原燃料ガス流量制御弁およびスチーム流量制御弁の開度指令値と、原燃料ガス組成とに基づいて、燃料電池本体入口における水素流量の値と、前記改質器入口におけるS/C（原燃料ガス中の炭素原子に対するスチームのモル数比）とを演算し、前記水素流量演算値およびS/C演算値が、負荷に応じて予め設定した水素流量設定値およびS/C設定値となるように、前記原燃料ガス流量制御弁およびスチーム流量制御弁の開度を調節する機能を有する演算調節装置を備えたことを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項3】 請求項1または2の方法または装置において、原燃料ガス組成は、使用される原燃料ガスに対して予め測定されたガス組成値を用いることを特徴とする燃料電池発電装置の制御方法または燃料電池発電装置。

【請求項4】 請求項1または2の方法または装置において、原燃料ガス組成は、原燃料ガス供給ラインに設けたガス分析計により、燃料電池発電装置運転中に測定されたガス組成値を用いることを特徴とする燃料電池発電装置の制御方法または燃料電池発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃料電池発電装置とその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】都市ガスやLPGなどの炭化水素を主成分とする原燃料ガスを水蒸気により水素リッチな燃料ガスに改質し、この改質された燃料ガスおよび酸化剤ガス（例えば、空気）を燃料極および酸化剤極に連続的に供給して、燃料のもつエネルギーを電気化学的に電気エネルギーに変換する燃料電池発電装置が周知であり、かかる燃料電池発電装置は一般に図2に示すようなシステムが採用されている。

【0003】図2は、従来の燃料電池発電装置の概略システム系統図の一例を示すもので、燃料電池本体20は、燃料極21および酸化剤極22を有する単電池を5から8個積層する毎に冷却水を通流する冷却板を積層してなり、燃料極21および酸化剤極22にはそれぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスが供給されて発電を行う。図2において燃料ガスは、改質器4から、CO濃度を低下させるためにCO変成器5を介して供給される。

【0004】燃料電池は発電に伴って熱を発生するので発電中は冷却を要し、その冷却水40は水蒸気分離器7からポンプ50および熱交換器30を経て燃料電池本体20に供給される。この冷却水の温度は通常、燃料電池の運転中は約160℃で、加圧水の状態で流れ、水蒸気分離器7で気液分離される。水蒸気分離器7から出た水は、熱交換器30で冷却水温度が制御された後、燃料電池本体20を冷却し、水蒸気分離器7に戻される。

【0005】水蒸気分離器7で気液分離された蒸気は、蒸気配管9によりエゼクタ3に導入され、原燃料供給ライン8から原燃料（ガス）を前記水蒸気流のエゼクタ吸引力により吸引して、原燃料と水蒸気の混合物を改質器4に導入する。原燃料は改質器における改質反応により水素リッチなガスに改質される。

【0006】原燃料供給ライン8は、原燃料供給源15とエゼクタ3との間に、原燃料遮断弁10、原燃料調節弁1および脱硫器2を有し、原燃料調節弁1により燃料電池の負荷に応じて燃料（ガス）供給量が調節される。都市ガスなどの原燃料は腐臭剤としてイオウ成分を含んでいるので、これを除去するために、脱硫器2が設けられている。

【0007】原燃料の一部は、助燃ガス供給ライン14から改質器4にも供給される。助燃ガス供給ライン14は、原燃料供給ライン8の前記原燃料遮断弁10と原燃料調節弁1との間から分岐し、助燃ガス遮断弁13を備える。改質器4の反応は吸熱反応であるために熱の供給が必要であり、この熱は、燃料電池で発電反応に消費されなかった燃料ガスのオフガス燃焼により主にまかなわれるが、特に燃料電池の起動時は補助燃料が必要であり、この補助燃料として、前記助燃ガスが使用される。

【0008】ところで、上記のような燃料電池発電装置において、燃料電池本体の負荷が変動した場合、この負荷の増減に応じて、原燃料調節弁1（以下、原燃料ガス

流量制御弁という。)および図2には図示しないスチーム流量制御弁の開度を調節することによって、燃料電池本体20への水素リッチな燃料ガス流量を増減する制御が行われる。

【0009】上記制御において、原燃料ガスとスチームとの混合比は、原燃料ガスの種類に応じて最適な範囲があり、この比は、通常S/C(原燃料ガス中の炭素原子に対するスチームのモル数比)で表示して、都市ガスやLPGの場合には2.5~4.0、メタノールの場合には1.3~2.0程度の範囲で運転され、予め所定値に

【0010】

【発明が解決しようとする課題】燃料電池発電装置の運転効率を向上し、安定した運転を行うためには、上記のように、燃料電池本体の負荷電流に相応した水素の供給が必要である。

【0011】燃料電池本体への水素供給量は燃料電池本体入口で直接計測し、この流量が最適流量となるように制御することが望ましいが、燃料電池本体入口の改質ガスは水分を含み水素濃度が変化するため測定が難しい。

【0012】なお、水素濃度は、原燃料ガス組成や前記S/Cで変化し、その変化速度は早いので、ガス分析計でこの濃度変化を計測することは難しい。従って、前記直接計測は困難である。

【0013】また、負荷変動を検出した後、直ちに原燃料ガス流量を増減しても、むだ時間や各種装置や配管等による制御系の応答遅れがあり、負荷が急変する場合には特に制御性に問題が生ずる。この制御系の応答遅れについては、制御弁の開度信号を負荷急変時に切り換えて、応答遅れをある程度補うことも提案されている(特開平2-250270号公報参照)が、制御性において

【0014】この発明は、これらの問題点を解消するためになされたもので、この発明の課題は、燃料電池本体の負荷変動に伴う水素ガス供給制御の制御性の向上、ひいては運転の安定性および運転効率の向上を図った燃料電池発電装置とその制御方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決するため、この発明においては、都市ガスやLPGなどの炭化水素を主成分とする原燃料ガスを、水蒸気(スチーム)により、改質器において水素リッチな燃料ガスに改質して燃料電池本体に供給し、酸化剤ガスとの電気化学反応に基づいて発電を行い、前記燃料電池本体の負荷変動に応じて、原燃料ガス供給量およびスチーム供給量を調節する燃料電池発電装置の制御方法において、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の測定値と、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の指令値と、原燃料ガス組成とに基づいて、燃料電池本体入口における水素流量の値と、前記改質器入口におけるS/C(原燃料ガ

ス中の炭素原子に対するスチームのモル数比)とを演算し、前記水素流量演算値およびS/C演算値が、負荷に応じて予め設定した水素流量設定値およびS/C設定値となるように、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量を調節することとする(請求項1の発明)。

【0016】前記請求項1の発明を実施するための装置は、請求項2の発明のように構成する。即ち、都市ガスやLPGなどの炭化水素を主成分とする原燃料ガスを水蒸気(スチーム)により水素リッチな燃料ガスに改質する改質器と、この改質された燃料ガスと酸化剤ガスとが供給されて発電を行う燃料電池本体と、改質器に原燃料ガスおよび水蒸気を供給するための原燃料ガス供給ラインおよびスチーム供給ラインと、前記各ラインに設けられた原燃料ガス流量計およびスチーム流量計と、前記各ラインに設けられた原燃料ガス流量制御弁およびスチーム流量制御弁とを備え、さらに、原燃料ガス流量およびスチーム流量の測定値と、原燃料ガス流量制御弁およびスチーム流量制御弁の開度指令値と、原燃料ガス組成とに基づいて、燃料電池本体入口における水素流量の値と、前記改質器入口におけるS/C(原燃料ガス中の炭素原子に対するスチームのモル数比)とを演算し、前記水素流量演算値およびS/C演算値が、負荷に応じて予め設定した水素流量設定値およびS/C設定値となるように、前記原燃料ガス流量制御弁およびスチーム流量制御弁の開度を調節する機能を有する演算調節装置を備えたものとする。

【0017】また、上記請求項1または2の実施態様としては、原燃料ガスの種類に応じて、請求項3または4が好適に採用し得る。即ち、請求項1または2の方法または装置において、原燃料ガス組成は、使用される原燃料ガスに対して予め測定されたガス組成値を用いることとする(請求項3の発明)。さらに、請求項1または2の方法または装置において、原燃料ガス組成は、原燃料ガス供給ラインに設けたガス分析計により、燃料電池発電装置運転中に測定されたガス組成値を用いることとする(請求項4の発明)。

【0018】前述のようにこの発明は、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の測定値と、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の指令値と、原燃料ガス組成とを入力とし、燃料電池本体入口における水素流量の値と、改質器入口におけるS/Cとを計算モデルを使って導出し、この計算流量が設定流量となるように演算調節装置における調節計により、原燃料ガスおよびスチーム用各流量制御弁を制御することによって、燃料電池に発電電流に相当する水素を供給し安定した電池の発電を行うもので、これにより、負荷変動に伴う水素ガスの供給制御は最適化される。従って、運転効率が向上し、また、水素不足やスチーム不足が生ずる問題もなく運転の安定性を図ることができる。

【0019】また、計算モデルには、原燃料ガス組成が

必要であるが、生ゴミからのメタン発酵ガスなどのガス組成が変化する原燃料ガスでは、発電装置入口のガスを分析し、このガス組成を計算モデルの入力とすることにより、燃料電池本体入口の水素流量とS/Cを最適制御することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】図面に基づき、本発明の実施の形態について以下にのべる。

【0021】図1は、この発明に関わる実施例を示す燃料電池発電装置のシステム系統図で、図2に示す系統図を部分的に省略または詳細に示す。また図1においては、図2の構成と同一の構成要素であっても、かならずしも同一番号を付してはいない。

【0022】図1において、原燃料ガス供給ライン25から原燃料ガス流量制御弁37および脱硫器31を介して、改質器32に原燃料ガスが供給され、また、スチーム供給ライン26からスチーム制御弁36を介して、改質器32にスチームが供給される。改質器32において改質されたガスは、CO変成器33を介して、燃料電池本体34に供給される。

【0023】原燃料ガス供給ライン25は、原燃料ガス流量計38とガス分析計44とを備える。また、スチーム供給ライン26は、スチーム流量計39を備える。さらに、原燃料ガス流量制御弁37の開度を調節するための調節器42と、スチーム制御弁36の開度を調節するための調節器43とが設けられ、後述する演算装置60と前記各調節器42および43とにより、演算調節装置を構成している。

【0024】演算装置60は、燃料電池発電装置内の電子計算機に組み込まれており、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の測定値と、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の指令値と、原燃料ガス組成とを入力するように構成されている。また、計算モデルとしての演算装置60は、燃料電池発電装置の実機装置（脱硫器、CO変成器、改質器、燃料電池本体等）とこれらを接続する配管の容器容積、圧力損失、ガスの混合状態などがモデル化されている。演算装置60内における各コンポーネントモデルは、それぞれの部番の末尾にaを付して、説明を省略する。

【0025】次に、図1に示す燃料電池発電装置の動作について述べる。燃料電池発電装置は、要求負荷に応じて、必要な水素量が決まり、原燃料ガス流量制御弁37の調節器42の水素流量設定値の変更を行う。この設定値変更によって、調節器42は制御弁37に開閉信号の変化を与え、バルブ開度が変化することによって原燃料ガス流量が増減し、流量計38の測定値が変化する。この弁開度と流量変化信号は、演算装置60に入力され、改質器32a入口の演算S/C(53)と燃料電池34a入口の水素流量(52)が計算され、調節器42および調節器43にフィードバックされる。

【0026】原燃料を増減するときは、スチーム流量も増減する必要がある。スチーム流量は、原燃料ガス組成とS/C設定値で決まるので、演算装置60により原燃料ガス組成をあらかじめ演算装置60に記憶させておいて、設定S/Cから設定スチーム量を決めてスチーム流量制御を行ってもよいが、図1の実施例では、ガス分析計により、原燃料ガス組成を計測し、これに基づき改質器32入口のS/Cを計算して、この演算S/C(53)と設定S/Cとが一致するようにスチーム流量制御弁36の開度を制御する。

【0027】上記方法は、原燃料ガス組成の変化が比較的大きく、また、脱硫器31の入口、出口で原燃料ガス組成の変化が問題となるような場合に特に有効である。この場合、脱硫器31におけるガス空間容積は制御系の遅れ要因となるので、計算モデルにおいて考慮されて演算がなされる。

【0028】さらに上記方法は、例えば、原燃料として都市ガスとプロパンガスを切替える場合のS/C制御に有効である。この場合、原燃料組成はガス分析計44の値ではなく、あらかじめ設定された都市ガスとLPGのガス組成を計算モデルの原燃料ガス組成として切り替えて使用することができる。

【0029】なお、演算装置60における計算モデルは、S/C変化によるガス組成変化計算や負荷変化における過渡的な改質器32の温度変化を含めて、燃料電池34a入口の水素流量の計算を行うが、制御対象の実機の改質器32の温度を計算モデルの入力とすれば、計算精度をさらに向上できる。

【0030】上記実施例によれば、燃料電池本体入口の水素流量を計算モデルによって導出し、この水素流量が最適設定値となるように制御系を構成したので、燃料電池が水素不足になることなく安定した運転が可能となる。

【0031】また、S/Cは、計算モデルにより原燃料とスチームの混合点で計算計測値を導出し、この値が一定になるように制御系を構成したので、スチーム不足による改質器でのカーボン析出や改質ガス組成の悪化を防止でき、安定した燃料電池の運転ができる。

【0032】また、原燃料ガス組成を入力として計算モデルを構成したので、生ゴミからのメタン発酵ガスなど、ガス組成が変化する原燃料ガスにおいても、燃料電池本体入口の水素量と改質器入口のS/Cを最適制御することができ、安定した燃料電池の運転ができる。

【0033】

【発明の効果】上記のとおり、この発明によれば、都市ガスやLPGなどの炭化水素を主成分とする原燃料ガスを、水蒸気（スチーム）により、改質器において水素リッチな燃料ガスに改質して燃料電池本体に供給し、酸化剤ガスとの電気化学反応に基づいて発電を行い、前記燃料電池本体の負荷変動に応じて、原燃料ガス供給量およ

びスチーム供給量を調節する燃料電池発電装置の制御方法において、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の測定値と、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量の指令値と、原燃料ガス組成とに基づいて、燃料電池本体入口における水素流量の値と、前記改質器入口におけるS/C（原燃料ガス中の炭素原子に対するスチームのモル数比）とを演算し、前記水素流量演算値およびS/C演算値が、負荷に応じて予め設定した水素流量設定値およびS/C設定値となるように、原燃料ガス供給流量およびスチーム供給流量を調節することとしたので、燃料電池本体の負荷変動に伴う水素ガス供給制御の制御性の向上、ひいては運転の安定性および運転効率の*

*向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

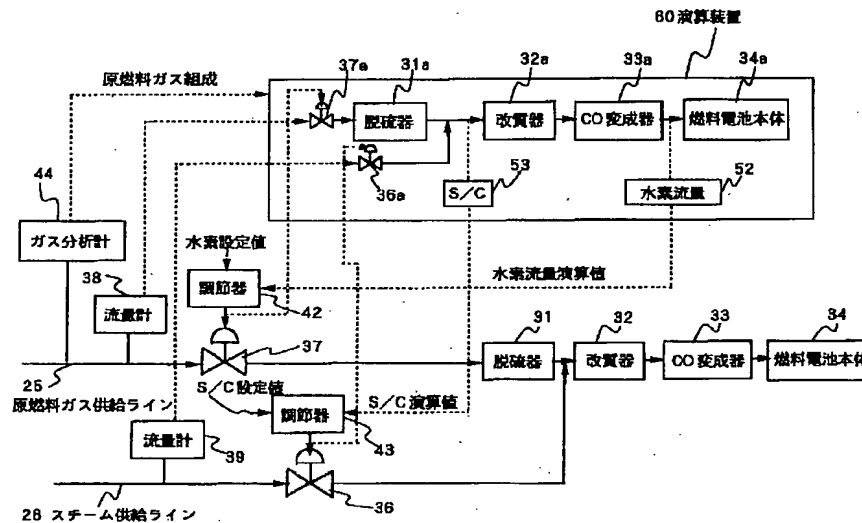
【図1】この発明の実施例に関わる燃料電池発電装置のシステム系統図

【図2】従来の燃料電池発電装置の概略システム系統図

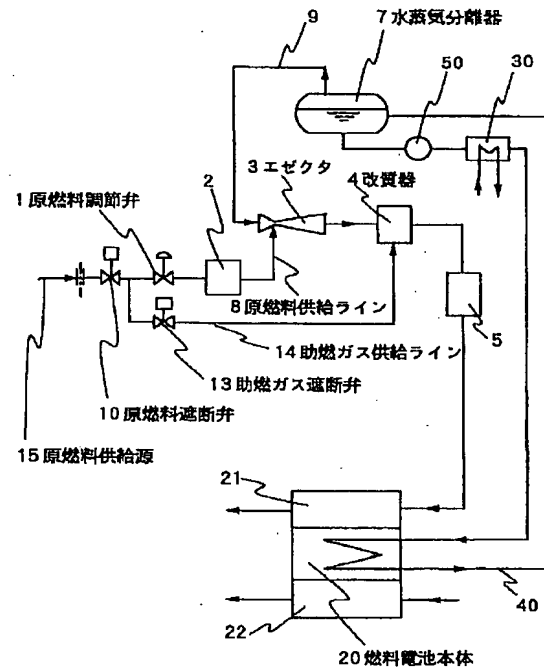
【符号の説明】

25：原燃料ガス供給ライン、26：スチーム供給ライン、31：脱硫器、32：改質器、33：CO変成器、34：燃料電池本体、36：スチーム制御弁、37：原燃料ガス流量制御弁、38：原燃料ガス流量計、39：スチーム流量計、42、43：調節器、60：演算装置。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 項 東輝
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内

Fターム(参考) 5H027 AA06 BA06 BA17 KK21 KK25
KK31 KK52 MM09 MM14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.